

Dimensionnement à la Fatigue des Structures Soudées par Laser

Thi Thuy Trang LÊ
LMS-Ecole Polytechnique

Les travaux que nous présentons dans cette thèse s'inscrivent dans le cadre des études portant sur le dimensionnement à la fatigue des structures soudées par laser. Ces études sont les résultats d'une collaboration entre PSA Peugeot Citroën et le Laboratoire de Mécanique des Solides de l'école Polytechnique.

La technique de soudage par laser devient une méthode d'assemblage de plus en plus utilisée par les constructeurs automobiles, navals, ferroviaires, etc. Elle permet de réaliser des assemblages en utilisant une source laser de forte puissance, donnant des cordons continus plus profonds et de plus faible largeur par rapport à d'autres techniques. Elle améliore donc le temps de soudage, la qualité, les propriétés mécaniques des soudures, et réduit le coût de production et le poids des véhicules.

La première partie de cette thèse consiste d'une part à analyser l'influence de certains paramètres du procédé sur la tenue en service des structures soudées par laser, d'autre part en une étude bibliographique sur les méthodes actuelles de dimensionnement des structures soudées. Les limitations de ces dernières ont mis en évidence la nécessité d'une nouvelle méthode pour les structures soudées par laser. La méthodologie proposée s'appuie sur la démarche initiée par Fayard, Bignonnet et Dang Van. Elle se fonde sur la recherche d'un volume élémentaire représentatif et d'une contrainte de dimensionnement déterminée à partir des contraintes moyennées sur ce volume. La contrainte de dimensionnement est utilisée pour estimer la durée de vie à l'amorçage des fissures de fatigue dans les structures soumises à des sollicitations multiaxiales. Pratiquement, dans un calcul d'éléments finis, cette contrainte est déterminée au point critique en utilisant une règle de maillage précise.

La deuxième partie de la thèse a pour l'objectif de donner une méthode numérique qui d'une part facilite la mise en œuvre de la règle de maillage proposée pour les calculs, d'autre part permet la multi-utilisation d'un seul maillage pour des calculs de fatigue et de vibration-acoustique. La solution adoptée est la méthode de calcul multi-échelle Arlequin. Cette dernière permet de calculer les structures modélisées par deux maillages de différentes échelles superposés. Elle présente la facilité d'implémentation et d'utilisation ainsi que la flexibilité, et la possibilité d'automatisation dans la modélisation des structures soudées. Nous présentons dans cette thèse une méthode d'implémentation de la méthode Arlequin dans la plate-forme du code de calcul Abaqus en utilisant des éléments créés par l'utilisateur (User Element). Sa validité est montrée par des calculs en fatigue réalisés sur des sous-structures.